園藝作物育種講習會專刊 359～379(1990)

果　樹　育　種　概　論

徐　信　次
台灣省農業試驗所嘉義分所

前　　言

果樹爲一種世代長、樹體較大，佔地面積大之作物。一般而言具有高度異質結合之遺傳特性。生長發育上，木本果樹，除植株高大外，尙有幼年期較長不利育種之因素，因此，從開始選育到新品種命名推廣栽植，至少需要十年以上，倘能研究改進果樹之技術層面著手，建立科學化之育種程序和相應之育種制度，以提高育種效率，自然可加速育種過程。

數十年來，台灣地區之果樹品種改良顯有卓著之成就，才能建立目前之水果產業，然而過去之成就大都建立在引種馴化而達到利用的基礎上，幾乎未曾從此基礎上繼續運用其他之品種改良策略，將此既有之材料發揮光大，開發本地之品種，從此觀點而言，本省果樹產業實際上是處在開發中之階段，實在有必要加以檢討，突破現狀以建立先進果樹產業國家之基礎。

果樹育種之程序

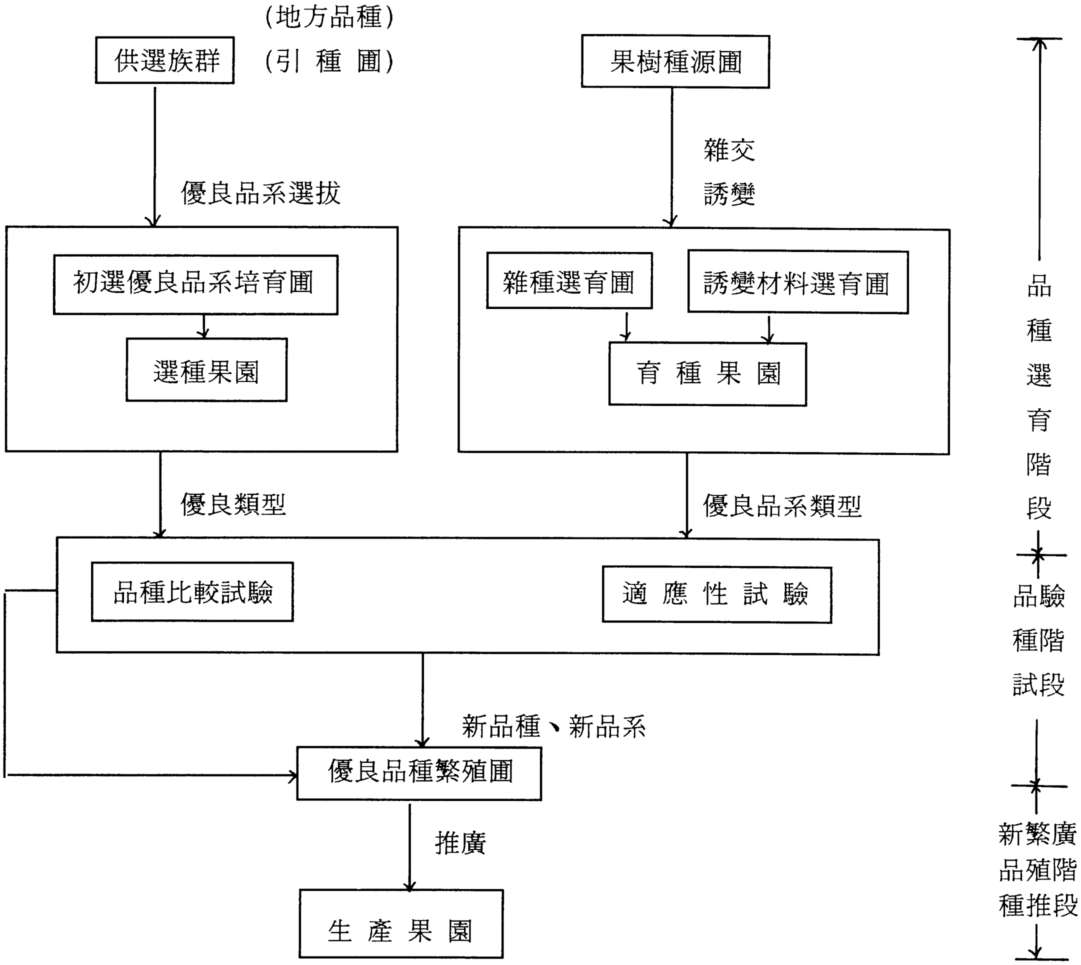
一、育種之程序

通常從選育到新品種應用於果樹產業要經過選育、試驗及繁殖推廣三個階段，其程序大致可用圖一表示。

二、加速育種過程之途徑

將育種程序作爲一種制度，以保證多、快、好、省地育出新品種，並使其在生產中發揮作用。在育種過程中曾經出現過太慎重，使得新品種的命名推廣延遲。相反地也發生比較粗糙，以致命名的新品種對果樹產業毫無助益而被淘汰。因此對育種程序應本著慎重的能度，採取科學化的原則，重視質量的前提下，儘可能設法縮短育種的期間，加速育種的過程與效率。主要的途徑可歸納於下:

1.明確育種目標和充分利用果樹種源。
2.儘可能瞭解與掌握育種性狀的遺傳規律。
3.提高早期性狀鑑定的效果。
4.加速雜交後代或選獲優良品系嫁接苗進入結果期。
5.提早加速繁殖。
6.靈活運用育種程序。
7.提高育種程序中各階段的工作效率。



圖一　果樹育種程序

無性繁殖果樹種類之育種方法

一般而言，無性繁殖之果樹其育種方法可採取，引種、營養系選種、實生選種、雜交育種、誘變育種及多倍體育種等。本文僅就引種、選種及雜交育種等之育種程序中之選育階段的技術及原則作一概略之介紹。

一、引　種

1.引種的概念

果樹樹種(species)和品種(variety)在自然界都有它一定的分佈範圍。把果樹品種從原有分佈範圍引入新的地區栽培稱之爲引種。

果樹引種可能發生兩種反應情況：一種是原分佈地區和引入地區自然差異較小，或由於引種植物之適應性强，以致不改變遺傳性也能適應新的環境條件，其中包括採取某些措施，使引入植物能正常地生長發育和開花結果，這叫做簡單引種。另一種是原分佈區和引入地區

的自然條件差異較大或由於引種植物的適應能力較弱，只有改變其遺傳性才能適應新的環境，這叫做馴化引種。

對無性繁殖的果樹而言，簡單引種和馴化引種兩者之間有著明確的界限。前者引入接穗或其他無性繁殖材料，而後者必須採用種子。

2.引種之生態因素

植物生態學是研究植物與自然環境、栽培條件相互關係的科學。從事引種時，可從兩方面考慮:

(1)綜合生態因子

據日本菊池秋雄(1953)等研究，世界果樹的主要產區可以根據綜合生態因子分爲夏乾帶，夏濕帶和介於兩者之間的中間帶(表1)。屬於同一生態地區的不同產地的品種在氣候適應性上具有較多的共通性，相互引種，比從不同生態型地區引種成功的可能性較大。

表1. 生態型劃分的果樹產區

(菊池秋雄. 1953)

生態型劃分	代表地區	氣候因子 夏半期雨量 (年雨量)mm	平均氣溫℃ 一月	平均氣溫℃ 七月	果樹種類
夏乾帶	地中海沿岸地區西班牙南部、法國、意大利、巴爾幹半島、小亞細亞沿海地區、北非沿海地區	90-270 (400-830)	6-9	23-27	歐洲葡萄、西洋梨、歐洲李、甜櫻桃、酸櫻桃、南歐系桃、歐洲杏、巴旦杏、榲桲、歐洲栗、枸櫞、檸檬、甜橙、酸橙、無花果等。
夏乾帶	美國加州地區、美國加州及俄勒岡州南部	40- 80 (300-500)	9-13	22	歐洲葡萄、西洋梨、南歐系桃、歐洲杏、歐洲李、核桃、無花果、甜櫻桃、蘋果、檸檬、臍橙、葡萄柚等。
夏乾帶	伊朗、土耳其、阿富汗、蘇聯的中亞細亞各地、蒙古、中國新疆及內蒙古等地。	30- 66 (90-250)	0.8 | 1.1	26-29	核桃、石榴、蘋果、西洋梨、榲桲、無花果、桃、杏、李、歐洲李、歐洲葡萄、巴旦杏、阿月渾子等。
中間帶	中國東北南部、華北各省，陝西甘肅、寧夏及江蘇、河南、安徽的北部、內蒙古、新疆的南部	400-500 (450-600)	- 5 | 1	24-27	蘋果、秋子梨、白梨、桃、杏、中國櫻桃、山楂、板栗、棗、柿、海棠等。

生態型劃分	代表地區	氣候因子			果樹種類
		夏半期雨量 (年雨量)mm	平均氣溫℃		
			一月	七月	
中間帶	韓國北部	800-1000 (900-1300)	-4 | 2	23-26	蘋果、秋子梨、白梨、桃、杏、柿、歐洲葡萄、中國栗、日本梨、核桃等。
	日本本洲北部各縣及北海道	500-800 (1000-1200)	-6 | 1.2	21-25	蘋果、歐洲櫻桃、西洋梨、沙梨、李、杏、美洲葡萄、歐洲葡萄、柿、日本栗、核桃等。
	歐洲大陸東南部、英國、瑞士、德國、法國、波蘭、奧地利	300-500 (600-900)	0-4	17-19	蘋果、歐洲葡萄、西洋梨、歐洲櫻桃、桃、油桃等。
	美洲東部、大西洋沿岸、華盛頓、紐約、波士頓往北到加拿大、西部的華盛頓州、俄勒岡州等各地	東部 500 (1000) 西部 200-220 (800-1000)	-1.4 | 1.4 4	22-24 17-19	蘋果、西洋梨、美洲葡萄、長山核桃、桃、李、杏等。
夏濕帶	亞洲大陸東南部、中國長江流域一帶、朝鮮半島南端	800-900 (1000-1200)	4-6	27-29	梅、楊梅、枇杷、柑桔類、中國櫻桃、石榴、銀杏、板栗、沙梨、李、棗、蘋果、沙果、葡萄等。
	日本南部沿海地區、四國、九州及本州南半部	800-1800 (1000-2400)	3 | 5.5	26-27	沙梨、桃、李、梅、柿、枇杷、柑桔類、日本栗、美洲葡萄等。
	美國東南部包括佛羅里達、喬治亞、阿拉巴馬、密西西比、路易斯安那、得克薩斯等州	600-1000 (1000-1600)	10 | 18	27-28	甜橙、葡萄柚、美洲葡萄、西洋梨、雜種梨、桃等。

(2)個別生態因子

a.溫度：通常冬季氣溫過低或夏季氣溫不足限制果樹北引，而冬季或夏季氣溫過高則限制

果樹的南移，溫度條件不適合對引種植物的不良影響可歸納為兩方面：(a).溫度條件不符合生長發育的基本要求而致使引種植物不能正常生存，或高溫低溫對樹體及其不同部位器官造成致命傷害；(b).引種植物雖能正常生存，但由於溫度條件不適影響果實的產量與品質，使引種植物不具經濟栽培價值。

b.光照：對果樹引種的影響包括日照強度、時間、和光週期。

c.降水和濕度：果樹引種時應考慮樹種的需水量、抗旱能力及引種地區的降水量分佈。

d.土壤：土壤的持水力、透氣性、含鹽量、PH值、及地下水位的高低都能影響果樹種類和品種的分佈，引種時必須因地制宜，充分注意品種類型間的抗耐性差異。

e.其他生態因子：包括目前難以控制的病蟲害，品種間抗風力的差異。

上述個別生態因子在引種時既要別分析，也要綜合地去研究和引種適應性的關係。

3.引種的原則

選擇引種材料的原則有二：一為對引種材料經濟性狀的要求，二為引種材料對當地風土條件適應的可能性。

4.引種的方法

(1).簡單引種

其方法可概括為：少量引種、多點試驗、全面鑑定、摸索規律、加速繁殖、逐步推廣。

引種試驗時應注意的幾個環節:

a.嚴格檢疫和編號登記制度。

b.引種材料可透過調查、收集、通信郵寄、購買與相互交換等方式引入。

c.可以高接法與對比法加速引種鑑定的過程。

(2).馴化引種

馴化引種和簡單引種在方法上最大的區別在於，馴化引種必須從實生苗開始，以較大的個體數量，透過有性繁殖過程，發生基因的分離重組，給選擇適應性更強的類型提供了可能性。

在選擇引種地區和引入類型時，基本上可參考簡單引種。

在種源選擇上，應不少於五個。都應處于或接近樹種分佈極限的邊緣地帶。提供選拔的實生族群宜大。

當引種之品種類型的適應能力和當地環境條件差距較大，一個世代無法馴化，就需要採取多代連續馴化法和逐代遷移馴化法。

5.結　論

引種工作的成敗包括兩項因素:

(1).內在因素：選擇適當的基因型使能滿足引種地區生態環境的要求。

(2).外在因素：採取適當的農業技術措施使引入類型能夠正常地生長結果提供符合要求的產品。

兩者相輔相成，不能偏廢。

二、選　種

1.實生選種

(1).實生選種的概念

對實生繁殖產生的自然變異進行選拔，以改進果樹族群的遺傳組成，或從中選出營養系品種稱爲果樹實生選種。

(2).實生繁殖的變異

果樹是高度異質結合且多屬異花授粉的植物，因此在實生繁殖的情況下常產生複雜多樣的變異。

果樹實生族群內個體的變異主要由基因重組、突變和環境變異(modification)所引起：

a.基因重組：實生選種中選拔的表現優異的基因型可能包括基因重組產生的兩類不同效應。

(a).基因的加性效應：由來自不同親本控制同一經濟性狀的有利基因的累加，從而產生加性效應優於親本的遺傳型。

(b).基因的互作效應：由基因間顯性，上位性等互作效應而產生的超親的新特性。也就是由新的有利的非加性效應所引起。

b.突變：廣義的突變包括染色體的數量和結構的變異。

c.環境變異：由環境條件改變所引起的表現型變異屬於非遺傳的變異。

(3).選拔的作用

選拔就是選優去劣，是各種育種途徑中不可缺少的環節。

自然選拔的作用在於定向地改變族群的基因頻率，促進生物不斷地進化，產生對自然環境高度適應的新類型；變種乃至新的物種(species)。

人工選拔的作用則是選擇合乎人類需要的經濟性狀的變異，促進繼續發展爲更符合現代農業生產要求的新品種。

(4).選拔的種類

a.一次選拔和多次選拔

b.直接選拔和間接選拔

c.混合選拔、集團選拔和單株選拔

d.獨立淘汰選拔和性狀加權選拔

(5).營養系果樹實生選種程序

a.報種和預選：採取鼓勵各地果農選報優良品系，配合農試研究機構評選的辦法，預列初選的候選樹。

b.初選：研究人員對預選樹在現場調查記載後，採集果實樣品進行調查記載，並對所記載資料進行整理和分析比較，經連續2～3年預選樹進行產量、品質、抗逆性等的複核鑑定。根據選種標準，將表現優異的預選樹，確定爲初選優良母樹對初選優良母樹要及時嫁接繁殖30～50株以上，作爲選種圃和多點生產鑑定的實驗樹。在觀察母株的同時，調查營養系後代的表現。在不影響母株生長結果的前提下，亦可對附近的低劣樹進行高接更新，如此可提早結果，並達到高接鑑定的作用。

c.複選：選種圃裡的嫁接樹，結實後經三年的後代比較鑑定，連同對母樹，高接樹和多點

生產鑑定樹的系統調查材料，經過果農和農試研究人員的評鑑，即可進一步評價初選的優良母樹複選更優良的母樹，提供建立推廣用之接穗母樹園。

(6).結　論

實生選種的原則，簡單地說即優良品系就地利用和邊利用，邊鑑定，在利用中求提高選種的效率。

2.芽變選種

(1).芽變選種的意義

芽變是體細胞突變的一種。突變發生在芽的分生組織細胞中，當芽萌發長成枝條，並在性狀上表現出與原類型不同，即爲芽變。芽變包括由突變的芽發育成的枝條和繁殖而成的單株變異。

芽變是植物產生新變異的無限豐富資源，它既可爲雜交育種提供新的種質資源，又可直接從中選出優良的新品種，是選育新品種的一種簡易而有效的方法。

果樹芽變選種中有名的例子，如元帥係蘋果的芽變選種，溫州蜜柑的芽變選種，育出早熟型和適宜加工製罐的變異等。

(2).芽變的特點

芽變是遺傳物質的突變，表現出多種多樣，極其複雜。

主要特點如下:

A.芽變表現的多樣性

有形態特徵的變異，也有生物學特性的變異。

(A).形態特性

a.葉的形態變異：柑桔中有大葉與小葉，寬葉與窄葉的變異，鳳梨中有葉片無刺的變異。

b.果實的形態變異：變異包括果實大小、形狀、果皮厚薄、光滑程度、色相與色調等。

c.枝條的形態變異：無刺的溫州蜜柑上出現有刺的枝條，黑莓有無刺的變異。

d.植株的形態變異：短枝型芽變。

(B).生物學特性

包括生長與結果習性、物候期、果實品質、抗性和育性。

a.生長與結果習性的變異

包括枝條的橫生長與縱生長，短枝所佔比率，分枝角度，果枝形成的習性及連續結果的能力等。

b.物候期的變異

包括萌芽期，開花期及果實成熟期。

c.果實品質的變異

例如甜紅玉蘋果是紅玉的芽變：蘋果緊湊型芽變，除株型發生變異外，果實的風味也往往發生變異，多數變淡。

d.抗性的變異

柑桔中經常發現有不同程度抗寒的變異類型。

e.育性的變異

包括無籽、雄性不育、和單性結實的變異。如蘋果和葡萄的無籽變異；甜橙、桔子中雄性不育的變異。

B.芽變的穩定性

可概括地分成三點說明：

(A).穩定的芽變：性狀一經發生改變，在其生命周期中可長期保存，並且無論採用何種繁殖方法都能把變異的性狀遺傳下去。

(B).無性繁殖下保持穩定的芽變：當採用有性繁殖時或發生性狀分離，或全部後代又恢復成原有的類型。

(C).回歸突變：雖不經繁殖，但在其繼續生長發育過程中，失去已變異的性狀，恢復成原有的類型。

芽變的穩定性和不穩定性的實質，或與基因突變的可塑性，或與突變的嵌合結構有關。

C.芽變性狀的局限性和多效性

(A).芽變性狀的局限性

芽變一般是少數性狀發生變異，是因為沒有發生遺傳物質的重組，僅僅是原類型遺傳物質的突變，包括基因突變與染色體變異，這些突變所能引起的變異性狀當然是有局限性的。

(B).芽變性狀的多效性

少數芽變發生變異的性狀有幾十個。例如蘋果的短枝型芽變，由于枝條節間短，所以枝條變短粗樹冠也表現矮化，並且比較早結果且豐產，另外伴隨枝條角度變小，樹冠直立，或是夾角變大樹冠開張。

這一現象的解釋有兩種:

a.芽變是由于染色體的缺失所造成。

b.可能是幾個鄰近基因同時發生了突變。

(3).芽變的細胞學和遺傳學基礎

A.嵌合體(chimera)與芽變的發生

(A).嵌合體(chimera)

被子植物枝梢頂端分生組織都有相互區分的組織發生層，用LⅠ、LⅡ、LⅢ 表示。植物的組織即由這三層細胞分化形成。在正常的情況下，這三層細胞具有相同的遺傳組成。如果層間與層內不同部分之間發生體細胞變異，致含有不同的遺傳物質，這種情況就叫做嵌合體。層間不同的叫做周緣嵌合體。層內不同的叫做扇形嵌合體。

(B).枝梢頂端分生組織的分裂與分化

a.LⅠ細胞行垂周分裂，形成一層細胞分化為表皮。

b.LⅡ細胞行垂周和平周分裂，形成多層細胞，分化為皮層的外層及包原組織。

c.LⅢ的細胞分裂與LⅡ相似，也形成多層細胞分化爲皮層的內層及中柱。

(C).芽變的發生

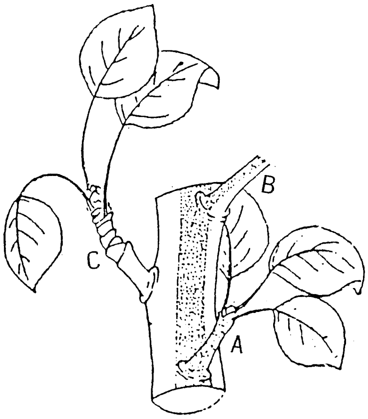
芽變是細胞中遺傳物質的突變，但是只有枝梢頂端組織發生層的細胞發生突變時，將來才有可能成爲一個芽變。

突變發生在LⅠ，則表皮就會出現變異；發生在LⅡ，皮層的外層及包原組織就會出現變異；發生在LⅢ，皮層的內層和中柱就會出現變異。

一般情況下，只有個別層中的幾個細胞發生突變，三層同時發生同一突變的情況幾乎是不可能的。因此芽變開始發生時總是以嵌合體的形式出現。

(D).芽變的轉化

a.嵌合體的自然轉化，如圖二所示



圖二、嵌合體的自然轉化

(a).由扇形嵌合體長出的周緣嵌合體枝。

(b).由扇形嵌合體長出的扇形嵌合體枝。

(c).由扇形嵌合體長出的非嵌合體枝。

b.層間取代

芽變嵌合體常常由於突變部分與未變部分的競爭，一方排擠另一方，最後取而代之。有時外部的原因也會造成這種改變。這種轉化現象稱之爲層間取代。如2-2-4回復2-2-2，4-4-2變成4-4-4的同質突變體。

c.芽變在無性世代中所以表現不穩定，其主要原因之一就是層間取代造成的。

(a).改變遺傳物質的突變：如進行輻射育種時，輻射的作用之一，是使染色體發生結構重排，或是使基因發生突變。

(b).未改變遺傳物質的突變：通過輻射，殺死外層細胞，由深層取代外層，如果深層原來就與外層不同當然就會出現新的變異類型。當果樹遭受凍害或其他傷害之後，由于正常枝條受到凍害或其他傷害而死亡，不定芽由深層萌發出來，就與外層不同，如果該樹種原來是中周或內周嵌合體，就可能表現爲同質變體。

(E).芽變的遺傳

a.芽變的遺傳類別

(a).染色體數目變異：包括多倍性，單倍性及非整倍性。

(b).染色體結構重排：包括易位、倒位、重複及缺失。

(b).基因突變：包括眞正的點突變及組碼移動突變。

b.芽變系間交配的親和性

同一個來源營養系的不同芽變品種，相互交配以後其著果率和種子數都顯著低於不同營養系的品種間雜交，而與自花授粉極爲相似。

同源四倍體之芽變品種常常表現較高的自交結實率。

c.正突變與逆突變

(a).正突變：由顯性變成隱性(A → a)

以一對基因爲例，異花授粉的果樹，正突變的形式包括 AA → Aa和Aa → aa。前者的性狀在當代不能表現，後者卻可以表現。在不完全顯性的情況下，或是在基因產生加性效應的情況下，AA → Aa或Aa → AA(逆突變)的突變都能在當代表現而且可以用無性繁殖，固定此突變性狀。

(b).逆突變：由隱性突變成顯性(a → A)

此種突變無論何種作物都能在當代表現出來。而果樹採用無性繁殖，一旦突變發生，性狀即可獲得穩定。例如桃果實的無毛變有毛，黃肉變白肉。

d.各組織發生層的遺傳效應

(a).LⅠ：比較單純，主要與表皮的性狀有關。如茸毛和針刺的有無。如黑莓無刺枝條之突變。

(b).LⅡ：果實與葉片色彩的突變。LⅡ層是包原組織的發生層，只有當一個突變包含LⅡ 時，它在有性繁殖的後代表現，在育種上才能發生效果。

(c).LⅢ：它是中柱組織發生層，從中柱可以長出不定芽的果樹。如果發生2-2-4或2-4-4的嵌合突變，由此中柱產生的不定芽即可得到 4-4-4 的同質突變體。根常常是從LⅢ深層組織長出的，經由根插也能得到同質突變類型。

(F).芽變選種的時期

芽變的選種，原則上應在整個生長發育過程的各個時期進行詳細的觀察和選拔。爲提高芽變選種的效率，還必須根據選種目標利用最容易發現芽變的有利時機，集中進行選拔。例如：

a.果實採收期：此時最容易發現果實經濟性狀的變異。如果實的著色時期、著色狀況、成熟期、果形、品質以及結果習性，豐產性等。

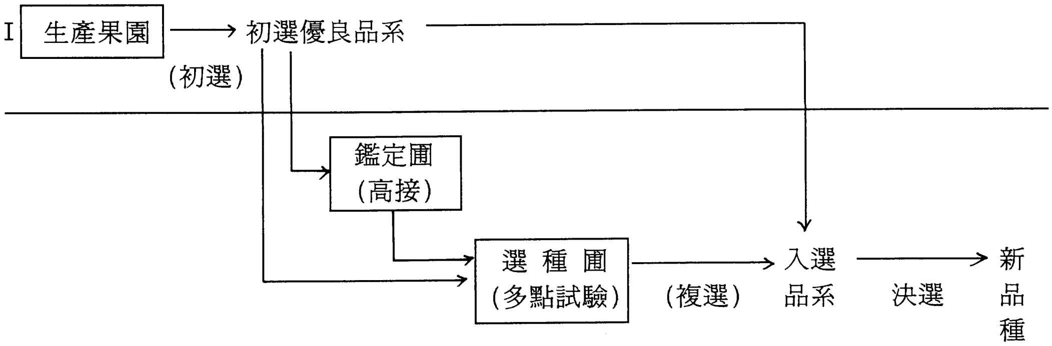
b.災害期：可由兩方面加以考慮

(a).在嚴重的自然災害之後，如霜害、風災、水災、乾旱和病蟲害，選拔抗性等特別强的變異。

(b).災害發生後，原有正常枝條受到損害，而使組織深層的潛伏變異表現出來。所以要注意從不定芽和萌蘗長成的枝條，選拔抗性的芽變 。

(G).芽變選種的程序和步驟

芽變選種分兩級進行。第一級是從生產果園初選優良品系，包括枝變，單株變異。第二級是對初選優良品系的無性繁殖後代比較篩選包括複選和決選兩個階段。選種程序如圖三



圖三、芽變選種程序

三、雜交育種

1.雜交育種的意義和特點

(1).雜交育種的意義

經由基因型不同的類型間配子的結合獲得雜種，對雜種進行培 育選拔以獲得新 的品種，稱之爲雜交育種。它除了綜合雙親控制不同性狀的有利基因外，對同一性狀可發生兩種不同的效應：

A.加性效應：集中父母親本雙方有利的基因於雜種。

B.非加性效應：利用生態地理起源上距離較遠的品種類型間相互雜交，由於雜種雜交結合部位加多，產生雜種優勢，使其性狀超越雙親。

(2).果樹雜交育種的特點

任何一個果樹雜交育種既是組合育種，同時也是優勢育種。既綜合來自不同親本的優良基因，同時又利用了不同基因型配子間的良好配合力形成的雜種優勢。優良的基因組合無需經過分離純化，經由無性繁殖可以穩定地傳遞下去，不產生分離重組，而雜種優勢也可以穩定地保持下去，不發生解體而衰退。

2.雜交遺傳動態：

雜交育種成敗的關鍵在於根據性狀遺傳規律科學地選配親本。果樹育種最大的困難就在於對性狀的遺傳研究和瞭解太少。

(1).早熟性：品種從嫁接到開始結果經歷的時間稱爲營養期 (vegetative period)。雜種從種子發芽到開始結果經歷的時間稱爲幼年期 (juvenile period)。早熟性是指實生苗結實的特性。營養期短的親本，其雜種後代的幼年期也比較短。幼年期短的植株嫁接後營養期也比較短，早熟性通常多表現爲多基因控制的數量性狀，雜種表現爲連續變異。

(2).樹性：通常表現爲多基因控制的連續變異，樹性矮化程度有時還受到質量性狀單基因的影響，如桃、梅、櫻桃隱性垂枝性基因會使樹冠變小，桃的隱性矮化基因dw同質化後可使樹體極端矮化、節間大爲縮短。

(3).產量：是由若干個相對獨立遺傳的單位性狀構成的綜合性狀。在構成性狀中有許多基因控制的數量性狀，如花芽形成能力，果枝平均果實數，單果平均重等；也有由少數一、兩對基因控制的質量性狀，如單性花和完全花，雄性不孕性，自花結實性等。作爲綜合性狀的產量和構成性狀相比，遺傳力常顯著較低。育種中常比較重視對產量影響較大的構成性狀之遺傳力。如對桃產量影響較大的單果重遺傳力爲0.31，但產量遺傳力僅0.08。

(4).果實品質

是由若干個相對獨立遺傳的單位性狀，如糖、酸、芳香物質、果肉結構、果肉質地等構成的綜合性狀

A.含糖量：數量性狀，雜種常呈連續變異常態分佈。

B.含酸量：一般認爲屬于多基因控制的數量性狀。

C.芳香：某些酸類和醇類物質可使果肉帶有芳香。常由一對或少數幾對基因控制。香對無香爲不完全顯性，還常受到一些修飾基因的作用。

D.苦澀味物質如單寧、苦皮：可能由若干對基因抗制表現不完全顯性，也可能存在某種互作效應。

E.維他命C、脂肪、蛋白質、粗纖維含量等多屬數量性狀遺傳。

F.果肉質地：如桃的溶質對不溶質爲顯性，蘋果的綿質對脆質爲顯性。

(5).果實重量：典型的數量性狀。

(6).果實形狀：柑桔果形的變化較小，梨與蘋果則變化較大，A. G. Brown (1960)研究認爲蘋果果形爲數量性狀。野生類型的果形，在後代常有優勢的表現。桃的圓形桃對扁平形的蟠桃爲由一對基因控制的質量性狀。

(7).果實顏色：果實顏色主要由果皮、果肉、和果汁等花青素類的色素種類和數量的分布所決定，通常有色對無色、深色對淺色爲顯性或不完全顯性，由一對或少數幾對基因所控制。如蘋果果皮的紅色對綠色或黃色爲顯性。無彩色品質爲隱性同質結合。又如桃果肉白色對黃色爲顯性，由一對基因所控制。

(8).果實成熟期：多基因控制的數量性狀，雜種成熟期呈連續分佈。

3.果樹遺傳特點

(1).品種間雜種性狀的分離多樣複雜。

(2).雜種族群經濟性狀在有性後代中普遍退化。

(3).雜種族群若干性狀的趨中變異。如果實成熟期、果實形狀等性狀。

4.雜交親本的選擇和選配

正確地選擇和選配親本是育種工作成敗的關鍵。

(1).雜交親本的選擇

根據育種目標，從果樹種源或栽培品種中挑選最適合作爲親本的品種和類型。通常選擇親本時，總是針對育種目標選擇優良性狀多，不良性狀少的品種作爲親本。選擇時

應考慮下列幾點:

A.以重要性狀爲主

如罐桃育種中果肉的不溶質比果肉黃色更重要。豐產穩定生產比早熟性重要。因此權衡不溶質白肉比溶質黃肉類型作爲親本價值較大。

B.以多基因控制的綜合性狀爲主

選擇親本時，必須優先考慮遺傳複雜的綜合性狀，數量性狀。儘可能避免在數量性狀上的低劣類型作爲親本。

C.要優先考慮親本基因型

因爲果樹品種的基因型，目前瞭解尚少，一般在選擇親本時，主要是選擇優良的表現型(phenotype)。

(A).對一、二對基因控制的質量性狀，要研究育種資源是否具有我們需要的基因，是同質結合或是異質結合。

(B).對於數量性狀除要求表現型值不在中等水準以下，還需要研究不同育種資源之親和性。

D.應選擇育種值較大的性狀

多基因控制的數量性狀，性狀間遺傳力差異很大，如桃遺傳力較大的性狀有成熟期，果肉硬度(0.73～0.84)，遺傳力中等的有花期，花量和果形指數等(0.31～0.39)，遺傳力較低的有產量(0.08)。選擇親本時應著重考慮性狀育種值較大的品種作爲親本。

E.優先考慮一些少見的有利性狀和可貴的類型

如蘋果單基因控制遺傳的緊湊型，蘋果炭疽病及褐斑病等之免疫品種等均爲可貴的品種類型。又如桃品種中黃肉不溶質及豐產的品種也少且可貴。

5.雜交親本的選配

親本選配的原則：

(1).應儘可能使親本間優缺點互補。

(2).應考慮主要經濟性狀的遺傳規律。

(3).應選配在生態地理起源上相距遠的雙親

果樹雜交育種的親本選配，一方面要求親本在重要經濟性狀上的育種值高，也就是有較高的加性效應。另一方面親本選配上要求親緣關係較遠，至少用生態地理起源上距離較遠的不同品種類型雜交，以便在雜種中獲得較大的非加性效應。

(4).應考慮母本和父本在性狀遺傳下的差異

在親本選配中，爲了加强與細胞質基因有關的性狀的傳遞，應該把性狀表現優良的品種作爲母本或安排正反交對比試驗。

(5).應考慮品種繁殖器官的能育性和交配親和性

A.繁殖器官的能育性

(A).果樹中雌性繁殖器官不能正常受精或不能形成正常雜交種子者，不能作爲母本。如無子葡萄、無子蘋果、無子蜜柑等。

(B).雄性器官退化不能形成花粉者不能作爲父本。如上海水蜜桃、白桃、砂子早生等花藥萎縮不能產生正常花粉。

(C).雌雄器官均退化，或無融合生殖之品種。如蘋果屬中的錫金海棠、三葉海棠、湖北海棠，樹莓屬內的一些品種及鳳果等，種子一般由珠心細胞不經受精發育而成，不能作爲雜交親本。

B.交配親和性

自交結實率低的種類，如梨、甜櫻桃，等出現品種間雜交不親和現象，尤其是遠緣品種間此現象更爲普遍。如：

(A).正反交不親和：菊水(廿世紀 × 太白)和廿世紀，祇園(廿世紀 ×長十郎)間存在之雜交 不親和現象。

(B).正反親和、反交不親和: 如李品種間雜交。

6.雜 交

(1).雜交前的準備

A.制訂育種計畫

雜交育種計畫應包括育種目標，雜交親本的選配、雜交後代的估計、雜交組合數、雜交花數、雜交過程(如花粉採集和雜交日期)、操作規程 (雜交用結果枝與花朵選擇標準、去雄、花粉採集和處理、授粉技術要求等)、以及記載表格。

B.熟悉花器構造和開花習性

(A).花器的類型分爲兩性花和單性花，兩性花中應瞭解雄蕊和花柱是否等長、雄蕊的數目、花粉量、以及雌蕊的胚珠數。

(B).開花習性

a.因不同的種和品種而異。

b.環境條件也影響開花早晚和花期長短。

c.花序之花朵開放順序不同，如蘋果是離心開而梨爲向心開。

d.雌雄異熟現象，如番荔枝科中之刺番荔枝、冷子番荔枝等。

e.某些花比另一些花著果率高。

f.開花受精

在自交能結實的品種中，有的在花朵未開放前就可授粉如葡萄。

C.準備雜交工具

雜交時的用具有: 去雄用的鑷子、貯粉瓶、乾燥劑、授粉器、塑膠牌、擴大鏡、鉛筆、70%酒精、紙袋和縛扎材料等。

(2).雜交的步驟和方法

A.花粉的採集和貯藏

(A).花粉的採集：通常在授粉前，從父本植株上採集即將開放的、發育好的花蕾或花序，在室內挑取花藥，一般在室溫條件下，讓花藥開裂，散出的花粉收集小瓶中，貼上品種名，立即置於盛有乾燥劑($CaCl_2$)的乾燥器內。

(B).花粉的貯藏：通常在黑暗、乾燥、低溫的條件下貯藏。溫度0～5℃左右，相對濕度不高於30%，果樹花粉的壽命因品種和貯藏條件而異。

a.蘋果、梨、桃、柑桔的花粉，在室溫下可保存2～5週；葡萄、枇杷有兩個月；柿的

花粉只能保持兩天的活力。

b.桃和梨的花粉在0～2℃，RH25%下，可保存1～2年。

c.一些熱帶、亞熱帶果樹，如荔枝、鳳梨等，花粉活力保存期短，最好隨採隨用。

B.母本樹和花朵的選擇

(A).母本樹的選擇：選品種正確，生長健壯，開花結實正常的優良株。

(B).雜交用花朵的選擇：選著果可靠部位、側枝生長健壯，結果母枝粗壯，結果枝生長良好、花芽飽滿。蘋果中心花著果率高，梨則邊花著果率高，柑桔以有葉單頂花著果率高。

C.去雄和隔離

(A).去雄：爲防止兩性花品種自交，在花蕾長大，花藥成熟開裂之前去雄。

(B).隔離：去雄後立即套袋以防止天然雜交。

D.授粉和掛牌

(A).授粉：去雄後柱頭出現黏液時，表示雌蕊成熟，此時授粉的結實率最高。如在大蕾期去雄後立即授粉，也能獲得高結實率。花粉用量多，結實率亦高，種子也多。多次授粉也有較好效果。

(B).掛牌：授粉後立即套袋隔離，掛上塑膠牌寫上雜交親本和授粉日期。

(3).雜交果實採收和種子處理

A.雜交果實採收

(A).授粉後，雌蕊枯萎時即可除去隔離袋，使幼果生長發育良好，生理落果期後套上網袋防止採前落果。

(B).對母本樹應加强管理、合理施肥、防止病蟲害、疏掉一些非雜交的果實。

(C).爲使種子能充分成熟，雜交果實宜適當遲採。果實採收後，應放在冷涼場所讓種子後熟，以提高種子活力。

(D).早熟品種應延遲採收或在果實採收後延長果實成熟期。

B.種子處理

(A).早熟品種如桃早熟種，採收後及時取出種胚即行培養。敗育的種胚，早採收，行胚培養可提高雜交後代的株數。

(B).具休眠性之種子自果實中取出後，沖洗乾淨後，用殺菌劑處理種子表面，再以2～5℃行濕冷層積打破其休眠。

(C).常綠果樹，如柑桔、枇杷、荔枝、和龍眼等種子不易保藏，取出種子洗淨、滅菌處理、晾乾後即予播種。

(4).提高雜交率之途徑

A.提高雜交受精可能性

(A).利用雌蕊不同年齡時期授粉。

(B).採用正反雜交。

(C).調節親本花期。

a.延遲開花的方法

(a).樹冠覆蓋遮蔭，以降低溫度。

(b).延遲修剪時期，早春才修剪。

(c).嫁接結果枝。

(d).噴施生長調節劑，早春噴施 K-NAA 250～500ppm。

(e).將盆栽樹種置於冷涼地方。

b.促進開花方法

(a).將有飽滿花芽的枝條，在溫水中浸12～24小時，然後插入5～10%的蔗糖溶液內，放置在溫暖濕潤的溫室中。

(b).植株盆栽後，於早春放入溫室內。

(c).對蘋果等有休眠性之果樹，提早低溫處理，加速花芽之休眠過程而後在常溫下，可以加速開花。

(d).高接已打破芽體休眠之帶花芽枝條。如台灣地區目前採用之嫁接梨生產技術。

(D).花粉貯藏

雜交父母本花期相差太長，可在前一年採集花粉置低溫下貯藏到第二年供授粉用，本省落葉果樹中梨之雜交育種，在平地授粉即採用花粉貯藏。

B.提高雜交結實率和種子數

(A).提高雜交結果實率之措施

a.選通風、光照條件良好、生長健壯無病蟲之母本樹。

b.取健壯的結果母枝或結果枝上發育良好之花朵供雜交用。

c.適當疏除其他非雜交之花朵及果實。

d.進行去雄、授粉、套袋等操作時，避免損傷花朵和花梗。

e.兩品種間雜交時，儘量選用結實率高的品種爲母本。

f.加强授粉著果後之管理作業，避免因缺水、缺肥及病蟲爲害所造成之落果。

(B).提高雜交種子數之措施

a.授粉時採用有活力之花粉，必要時行兩次授粉。

b.選用發育良好之花朵，母本子房內的胚珠發育良好，並能產生活力的配子。

c.如用不同成熟期品種間雜交，原則上用成熟期較晚的品種當母本。

C.提高雜交工作效率

提高工作效率之措施

(A).自交不親和的果樹，行不去雄的雜交。

(B).在大蕾期授粉。

(C).用化學方法去雄。

(D).採用去花冠去雄法，便於操作且不套袋。

(E).用稀釋的花粉，節省花粉用量。

(F).利用尼龍紗罩覆蓋整株雜交母本防止天然雜交，來代替對每一朵雜交花的套袋手續。

7.雜種的培育

(1).培育雜種的基本原則

A.提高雜種實生苗的成苗率。

B.培育條件均勻一致。

C.根據雜種性狀發育的規律進行培育。

D.有利於實生苗提早結果。

(2).培育雜種的方法

在整個培育過程中，應該提供雜種良好的培育條件，使其生長發育良好，充分表現性狀特性並提早結果。

A.播種育苗

爲使雜種提早結果，可以提早育苗。沒有明顯休眠期的樹種，果實採收後立即播種。有休眠期的落葉果樹類，一般需要在2～5℃潮濕之介質中層積打破休眠後才能發芽。同樣可在果實採收後即予處理催芽。

爲使幼苗能夠生長迅速而健壯，要注意光照、通風、施肥和澆水、以及防治病蟲害。

B.幼苗移植

爲便於管理及促進幼苗生育，可移植於塑膠袋或素燒盆，在苗圃中集中培育。

C.苗木管理

對雜種實生苗，除給予充足的營養和水分外，應特別注意病蟲害防治，培育健壯之實生苗。

D.實生苗定植

爲使雜種實生苗快速生長，宜儘早將苗木定植於育種果園。定植前可先行早期選拔淘汰。

在育種果園內，應該根據雜種正常生長結果和操作管理方便所需之最低程度的營養面積安排定植距離。通常可採用寬行密植之原則。定植時植穴要深，施入足量之基肥，帶土移植儘量減少根系損傷。

定植後應採取縮短幼年期，促使雜種提早結果的有效措施，加强培育管理。

(3).果樹實生苗的幼年期

A.幼年期的概念

(A).所謂幼年期(juvenile period)，就是指從種子萌發到實生苗具有正常開花潛能之一段時期。

(B).從實生苗到開花結果，可分爲三個時期，即幼年期、轉換期(transition period)及成年期。實生樹的階段性分區如圖3所示：

(C).縮短幼年期的不同見解

a.Fritzsche (1948)等人認爲幼年期是不能縮短的，它受遺傳控制，有一定的發育程序，實生苗提早開花是由於縮短轉變期，而不是縮短幼年期。

b.Zimmerman (1972)認爲只有當實生苗處于轉換期時應用生長調節劑等措施才可以提早開花。圖4.

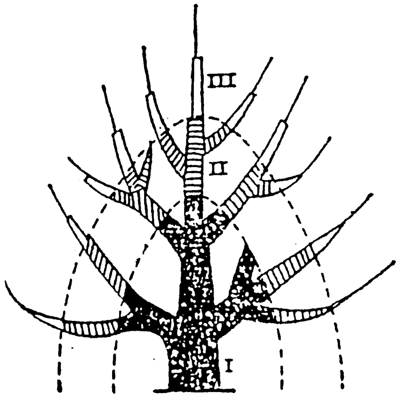


圖3. 實生樹的發育階段性分區(蘋果)

I 、幼年區。 II 、轉變區。 III 、結果區。

(Passecker, 1949)

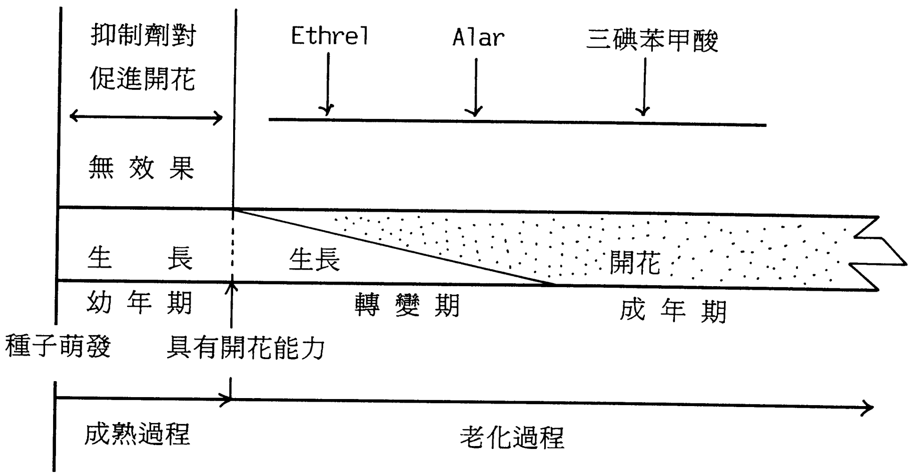


圖4. 實生樹的發育階段和開花反應

c. Passecker (1952)，Wellensick (1952)等則認爲幼年期是可以縮短的。並且認爲凡是促進營養生長的措施都有可能縮短幼年期。因此，只要爲實生苗創造一定的環境條件和生理條件，就能顯著加速實生苗的生長發育，明顯地超過常規栽培措施所能取得的提早開花效果。環境影響縮短幼年期是由於增加實生苗的生長量和營養物質的貯備，以及有關激素的產生和達到激素的平衡從而引起開花基因的活化，使在生理上提早達到成熟。

B.幼年性

幼年性是指某樹實生苗幼年期階段所表現的形態特徵，解剖結構和生理特性。

(A).形態特徵

a.葉片：實生苗幼年期的葉片通常較小，隨著生長年齡而增大，葉片趨向定型時，表示幼年期結束。幼年期葉片，有些樹類之葉緣呈銳鋸齒狀而後向鈍鋸齒狀特化。又如葡萄及麵包樹實生苗葉片，早期裂刻較深，後變淺。

b.芽：幼年期的枝條中部和上部多數爲較飽滿的葉芽，下部多發育不全而質量較差的盲芽。

c.枝條：幼年期的頂芽生長旺盛，加高生長明顯，枝條有位置效應，主枝有明顯的生長優勢，生長在直立莖幹上的枝條隨著結果年齡的到來而趨向於平展，而且隨分枝級數的增加而減少，幼齡樹有多次抽梢習性，隨年齡增加而減弱。且枝條頂端相對較細，不很充實，隨年齡增大而增粗，尖削度逐漸減少。

d.針刺：柑桔、蘋果、梨、棗等的幼年期實生苗常有刺。

(B).幼年期的組織結構特徵

a.葉：Ware (1959) 發現幼年期實生苗的葉肉發育差，柵狀組織和葉脈不發達。表皮細胞大，單位面積內氣孔數少。

b.枝：F. Kobel發現蘋果幼年期葉片和枝條的結構特徵如表2.所示。

表2. 蘋果幼年期枝、葉組織結構的差異

性狀 / 發育時期	葉片				枝條			
	葉肉	葉脈	柵狀組織	單位面積氣孔數	一年生枝橫切面木質部比例	木質部纖維素	導管數	薄壁細胞
幼年期	不發達	不發達	不發達	少	高	多	少	少
成年期	發達	發達	發達	多	低	少	多	多

(C).幼年期的生理特性

主要表現在生化成分、光合作用的功能、細胞液濃度、物質代謝、酵素的活性、激素的種類含量和平衡、以及生根能力等方面。

a.成年期枝上還原糖、澱粉、蛋白質、果膠物質都比幼年期多。C/N 比率較高，生長點分生組織處於活躍狀態，而且細胞液濃較高的條件下，有利於花芽形成(Fritzshe, 1952)。

b.Luckwill (1970) 指出果樹幼年期的迅速生長是由於內源 GA 含量較高，而成年期則含有較高的 Cytokinin。Cytokinin 含量高有利於花芽分化。

c.幼年性的枝條具有易於形成根的能力。

d.蘋果和柑桔幼年期階段實生苗的葉片組織中 RNA 含量低，RNA 酵素活性強。

C.幼年期的長短

(A).幼年期的長短因種屬不同而有顯著不同，大致可分爲四個類型：

a.長幼年期類：一般在9-10年以上，如銀杏、楊梅。

b.較長幼年期類：一般在7-9年之間，如柑桔、核桃、柿、栗。

c.較短幼年期類：一般在5-8年，如蘋果、梨。

d.短幼年期類：一般在3-4年左右，如桃、李、杏、棗和葡萄。

(B).影響幼年期長短的因素：

a.親本的基因型。

b.雜種培育條件。

c.親本營養期的長短：親本營養期短，後代幼年期短。

d.樹種的生長習性：灌木比喬木的幼年期短。同種果樹中矮生型品種比喬化型的幼年期短。

e.其他生育特性：一般頂端優勢較弱，幹性不明顯分枝角度大，側枝生長好，樹冠比較堅湊，節間較短粗，枝頂較粗大，針枝易于演化短枝的樹種和品種，大都能較早地形成花芽和提早結果。

D.果樹實生苗提早結果的途徑和方法

(A).選擇早實性強的品種當雜交親本。

(B).選擇利用和人爲創造培育雜種的良好環境。

a.選擇培育雜種的良好自然環境條件，主要包括溫度、濕度、光照、土壤及地勢等。

b.利用溫室或人工氣象室培育雜種。

(C).採用合理的農業技術措施

a.適當的栽植距離。

b.提早播種育苗。

c.減少移植次數。

d.良好的營養條件。

e.修剪和枝條處理。

f.環狀剝皮。

g.高接。

h.利用矮化砧。

i.應用生長調節劑：GA、Alar、CCC、Ethrel。

j.綜合的果樹栽培技術措施：提高栽培管理技術，促使實生苗生長健壯，儘快達到開花結果所需之臨界高度，並形成大量有效葉系上述之途徑與方法可以圖5簡明表示。

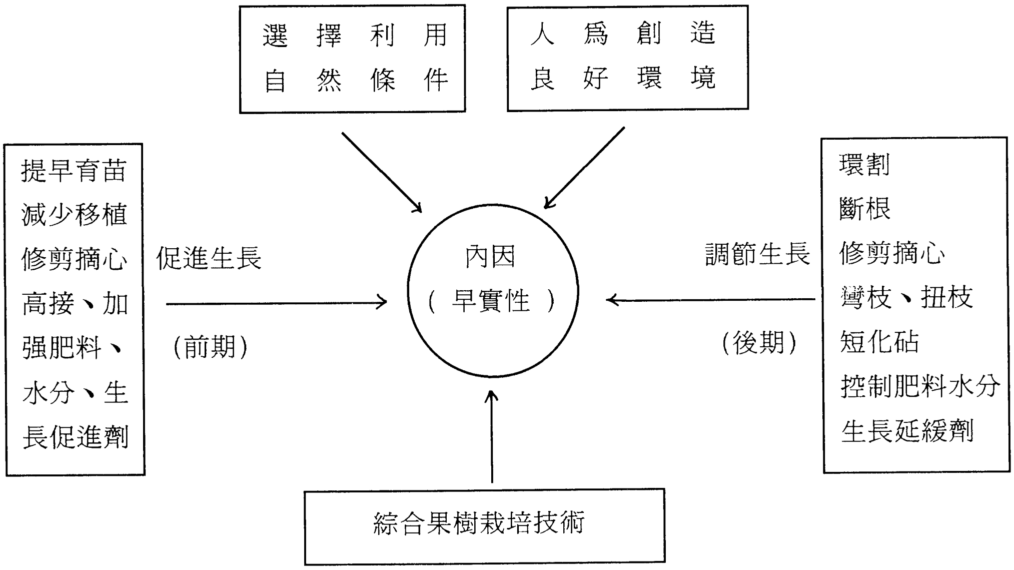


圖5. 果樹雜種實生苗提早結果的途徑

參 考 文 獻

1.沈德緒主編 1986 果樹育種學 上海科學技術出版社

2.徐信次 1985 低海拔梨之育種 果樹產期調節研討會專集 台中區農業改良場主編 p.45-51

3.蔣青華 1984 釀酒葡萄的雜交育種 台灣省菸酒公賣局 菸葉試驗所研究彙報 21:58-79

4.盧守耕 1967 現代作物育種學 國立台灣大學農學院印行

5.盧守耕譯 1976 作物育種學導論 國立台灣大學農學院印行

6.Janick, J. & J. N. Moore. 1975 Advances in fruit breeding, Purdue University Press, West Lafayette, Indiana.

7.Moore, J. N. & J. Janick, 1983 Methods in fruit breeding, Purdue University Press, West Lafayette, Indiana.